

VI-061 - PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMAS DE GESTÃO AMBIENTAL (SGA) E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG) EM COMPANHIAS DE SANEAMENTO BÁSICO

Rodrigo Ferreira da Silva⁽¹⁾

Bacharel em Geografia e Mestre em Geografia Física, ambos pela Universidade de São Paulo (USP). Gerente da Divisão de Desenvolvimento de Cenários Ambientais da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (IDC/CETESB).

Thomas Ribeiro de Aquino Ficarelli⁽¹⁾

Bacharel em Geografia pela Universidade de São Paulo (USP), Especialista em Tecnologias Ambientais pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo (FATEC-SP) e Mestre em Geoinformação pela Università Tor Vergata (Roma, Itália). Doutorando em Saúde Global e Sustentabilidade pela USP. Instrutor na Graltec Treinamentos e geógrafo no Setor de Avaliação de Obras Hidráulicas da CETESB.

Beatriz Couto Ribeiro⁽²⁾

Bacharela em Gestão de Políticas Públicas e graduanda em Administração pela Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas (FCA - UNICAMP). Mestranda em Ciências Humanas e Sociais Aplicadas pela UNICAMP, com ênfase em tecnologias de saneamento.

Paulo Ricardo Santos Coimbra⁽³⁾

Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

Tânia Maria Rodrigues⁽⁴⁾

Engenheira Ambiental e Sanitária na empresa Discovery Mines Mineiração Ltda.

Endereço⁽¹⁾: Avenida Prof. Frederico Hermann Júnior, 345 Pinheiros – São Paulo – SP – CEP: 05459-900 – Brasil – Tel: (11) 3133-3713 emails: rodrsilva@sp.gov.br / tficarelli@sp.gov.br

email⁽²⁾: bibiacr@gmail.com

email⁽³⁾: paulorscoimbra@gmail.com

email⁽⁴⁾: taniarrs2@gmail.com

RESUMO

Os sistemas de informação são de suma importância para que usuários possam criar, editar, atualizar e compartilhar dados e informações entre diversas máquinas, sendo que a partir do início da década de 1990 eles passaram a ter papel fundamental na gestão das empresas. As companhias de saneamento básico (água e esgoto) também incorporaram a tecnologia, por meio da criação de variados sistemas, para os quais são definidos critérios e objetivos.

Entretanto, a capacidade de integração desses sistemas também tem grande potencial para cruzamento de informações e oferecer uma visão mais abrangente de informações, processos, operações e fenômenos ligados à gestão dos serviços de saneamento. Com relação aos Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), apesar de ser utilizado em dezenas de companhias pelo mundo, foi observada uma lacuna na bibliografia e na experiência prática dos autores deste artigo a respeito da possibilidade de integrar o SIG a um Sistema de Gestão Ambiental (SGA).

Nesse sentido, foi desenvolvido um protótipo de cruzamento de banco de dados sobre a qual informações de ambos os sistemas sejam consultáveis. Para o SIG, foram selecionadas estruturas visíveis sobre imagens de satélite na Região Metropolitana de São Paulo e para o SGA foram criados atributos de interesse, relevados em pareceres técnicos da CETESB para exemplificação de visualização.

Como resultado, foi verificado que a viabilidade de cruzamento das informações pode se dar uma mesma plataforma e visualizada por diversos usuários em computadores diferentes. Foram usados exclusivamente softwares gratuitos nessa elaboração, o que confirma a possibilidade de se adquirir tal plataforma a custos acessíveis. A plataforma poderia colaborar no planejamento e atualização do licenciamento ambiental dos empreendimentos, criação de novos índices de desempenho, modelagens de impacto socioambiental no entorno e economia de tempo no acesso a informações específicas sobre cada empreendimento.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Informações Geográficas (SIG), Sistema de Gestão Ambiental (SGA), Banco de dados espacial, informações ambientais, estruturas de saneamento.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de informação são um conjunto integrado de componentes para coletar, armazenar e processar dados, oferecer informação, conhecimento e produtos digitais. As companhias e outras organizações demandam esses sistemas para atender e gerenciar operações, interagir com os clientes e fornecedores e competir no mercado (Britannica Academic, 2016). Para as companhias de saneamento básico, a realidade de suas estruturas, recursos físicos e humanos pode ser representada sobre as plataformas digitais, de modo que os profissionais possam ter uma visão sistêmica sobre os processos e controle da qualidade dos sistemas de água e esgoto, bem como possibilitar a conexão a dispositivos acessíveis remotamente em diversas áreas operacionais, para monitoramento e subsídio ao planejamento e manutenção dos serviços.

Dada a importância social, econômica e jurídica que o meio ambiente vem exercendo nas atividades humanas nas últimas décadas, surge a demanda nas companhias de saneamento por um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) que possa ser empregado no gerenciamento e controle das ações das empresas sobre o ambiente. Portanto, a implantação de um SGA, mais especificamente o SGA segundo a NBR ISO 14001, onde o processo produtivo é reavaliado continuamente, incidindo na busca por procedimentos, mecanismos e padrões comportamentais menos prejudiciais ao meio ambiente. É necessário lembrar que um Sistema de Gestão é inviável operacionalmente se não contar com um Sistema de Informação, visto que a necessidade de produzir dados atualizados e de compartilhá-los com os demais colegas para conhecimento e análise é fundamental para que as equipes possam trabalhar em conjunto e tomar decisões em menor espaço de tempo.

Além de o SGA atender aos interesses internos das companhias, a Resolução CONAMA nº 5, de 15 de junho de 1988, que dispõe sobre o licenciamento de obras de saneamento básico, determina que as obras dos sistemas de abastecimento de água, de esgotos sanitários, de drenagem e de limpeza urbana ficam sujeitas ao licenciamento ambiental. Considerando-se que, no licenciamento são requeridas boas práticas ambientais como o encaminhamento e tratamento adequado de resíduos, bem como o cumprimento de toda a legislação ambiental, o SGA frequentemente pode servir de subsídio para que as informações necessárias para o atendimento de exigências técnicas possam ser organizadas e representadas de maneira sistêmica e simples, facilitando o trabalho de análise dos profissionais das companhias de saneamento básico e também dos órgãos ambientais.

Devido ao excesso de dados e informações que podem ser produzidos, é comum as companhias adotarem o uso de indicadores, que nas palavras de Mitchell (2004) é uma ferramenta que possibilita a aquisição de informações sobre uma dada situação, tendo como característica principal poder sintetizá-las de vários modos, retendo apenas o significado essencial dos aspectos analisados.

Um indicador de desempenho, quando aplicado ao âmbito dos gestores do Saneamento Básico, pode ser definido como uma medida quantitativa de um aspecto particular do desempenho ou do nível de serviço como um todo (ALEGRE et al, 2004). De acordo com Zimmermann (2010), o uso dos indicadores para os gestores do Saneamento pode auxiliar na tomada de medidas corretivas, no monitoramento dos efeitos das decisões tomadas e na implantação do *benchmarking*, uma vez que os indicadores facilitarão a comparação de desempenho interna ou externamente.

Dada a importância da aplicação dos indicadores nos Sistemas de Saneamento, diversos sistemas de indicadores têm sido elaborados em âmbito nacional e internacional. Os trabalhos de Von Sperling (2010) e Zimmermann (2010) fazem uma revisão sobre aplicação de indicadores de desempenho em sistemas de esgotamento sanitário e também abastecimento de água.

Nesse aspecto destacam-se os sistemas propostos pela *International Water Association* (IWA), *American Water Works Association* (AWWA) e também o sistema da *Asociación de Entes Reguladores de Agua Potable y Saneamiento de las Américas* (ADERASA). No Brasil podemos destacar os indicadores estabelecidos pela Associação Brasileira de Agências de Regulação (ABAR) e principalmente o Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), o qual engloba os dados sobre a prestação de serviços de Água e Esgoto e também sobre o manejo dos Resíduos Sólidos Urbanos, divulgando anualmente um Diagnóstico desses serviços no país na escala municipal.

Com o advento dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) houve uma revolução nas formas de linguagem e representação de informações no meio computacional, uma vez que essas plataformas permitiram e facilitaram com que a Cartografia pudesse cumprir o papel da comunicação de interesses qualitativos e

quantitativos. De acordo com Martinelli (2003), a representação gráfica de um mapa temático deve ser concebida como a transcrição das relações que existem entre objetos (cidades, culturas de arroz, florestas, etc.) por relações visuais de mesma natureza. Assim, um mapa deve ter como objetivo revelar o conteúdo da informação, preferencialmente de forma instantânea ao leitor. Nesse aspecto, a forma como cada tipo de informação será representada deverá atender a essas premissas, respeitando-se a diversidade entre eles, de modo que as distinções sejam claras de modo a se evitar ambiguidades por parte dos leitores.

No caso dos SIGs das companhias de saneamento básico, Shamsi (2005) apontou como vantagem a interoperabilidade e desenvolvimento dos SIGs para novas aplicações e plataformas, identificando a sua capacidade real de interagir e se integrar com outros sistemas corporativos. No Brasil, algumas companhias estaduais já adotam o uso de SIGs em suas funções, cuja motivação veio principalmente da organização de informações cadastrais dos clientes e maior controle da operação das redes de água e esgoto. São Paulo (SABESP), Paraná (SANEPAR), Distrito Federal (CAESB), Pernambuco (COMPESA) e Bahia (EMBASA) são alguns exemplos de companhias. Além dessas, existem as que estão em fase de implantação no momento, como vem ocorrendo com a CAGECE no Ceará por meio da plataforma “I-Geo” ainda em desenvolvimento (CAGECE, 2016). Iniciativas de integração de informações de SIG e SGA são raras e podem ser dificultadas por diversos aspectos. Nos quesitos técnicos, pode-se identificar a baixa qualidade da informação ou atualização inconstante, incompatibilidade dos dados e códigos existentes nos sistemas distintos, deficiências de interoperabilidade entre os Sistemas de Gerenciamento de Banco de Dados (SGDB), linguagens de programação distintas, incompatibilidade de redes ou de hardwares, enquanto nas questões administrativas outros obstáculos podem ocorrer como falta de interesse intersetorial em compartilhar informações em âmbito corporativo, ou divergências sobre as configurações e funções da plataforma digital.

Nas palavras de Longley (2013), as integrações dos dados de um SIG podem ocorrer de maneira horizontal, pela qual há informações sobre um atributo para todos os lugares, ou então verticalmente, quanto se obtém informações sobre todos os atributos de um lugar. Nesse aspecto, o cruzamento dos dados com demais tabelas e sistemas pode ocorrer em ambos os sentidos e torna-se necessária uma modelagem conceitual sobre a forma como os dados são apresentados e disponibilizados aos usuários, bem como elaborar meios para que sejam mais facilmente rastreáveis nos sistemas.

Cansação et al. (2003) argumentam, ainda, que os modelos de integração objetivam a redução de custos, pois manter dois ou mais sistemas separados, tem se mostrado cada vez mais difícil e dispendioso. Nesse sentido, o Retorno de Investimento (ROI) dessas iniciativas costuma ser favorável no curto prazo. No entanto, dependendo do quanto forem necessárias trabalhosas mineração e formatação dos dados pré-existentes e a compatibilização deles e de plataformas, o investimento pode se tornar oneroso ou mesmo desinteressante por parte de gestores e diretores. Deste modo, busca-se neste trabalho trazer essa proposta para subsidiar projetos equivalentes em companhias de saneamento, bem como despertar o interesse e as vantagens dessa integração. Recentemente, o arcabouço legal brasileiro tem tornado mais evidente a preocupação sobre a gestão do setor, que se reflete na criação do Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico - REISB¹, que visa incentivar a prestadora de serviços públicos de saneamento básico a maior eficiência e sustentabilidade por meio da adoção de tecnologias modernas e eficientes, do desenvolvimento científico e tecnológico e difusão dos conhecimentos gerados.

Desta forma, diante do aumento do uso de Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) pelas companhias de saneamento básico brasileiras e, paralelamente, da necessidade de maior controle de indicadores ambientais para obtenção de certificações ambientais (ex: ISO 14.001) e para o atendimento ao Licenciamento Ambiental, propôs-se nesse estudo uma concepção de sistema que atenda a essas demandas de forma integrada.

A concepção desta tecnologia se torna relevante em razão de poder ser facilmente adaptada e apropriada dentro do contexto de utilização das concessionárias de saneamento, assim como pela possibilidade de expansão interconectada de alta abrangência, além de estar voltada à melhora e controle de indicadores.

¹ A lei n. 13.329/16 altera a lei nº 11.445/07, e cria o Regime Especial de Incentivos para o Desenvolvimento do Saneamento Básico (REISB) que visa estimular a concessionária de saneamento básico a aumentar seu volume de investimentos, por meio da concessão de créditos relativos à contribuição para o Programa de Integração Social (PIS) e para o Programa de Formação do Patrimônio do Servidor Público (PASEP) e à Contribuição para Financiamento da Seguridade Social (COFINS).

OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho apresenta uma proposta de integração de um SIG e um SGA a partir da consideração dos interesses dos atores envolvidos e características dos dados, configurando uma arquitetura conceitual de integração de banco de dados e tabelas para um protótipo.

O objetivo do protótipo é unificar os ambientes SIG e SGA, e nesse sentido, buscou-se considerar as diversas diretrizes de ambos os sistemas. Tais atividades de análise visaram entendimento dos processos de gestão ambiental e de informações geográficas; as funcionalidades dos sistemas integrados, a fim de identificar requisitos e elementos que podem ser reaproveitados na modelagem de uma interface unificada; e o desenvolvimento de um protótipo, visando essencialmente compreender quais são suas principais interações e comprovar a sua viabilidade.

METODOLOGIA UTILIZADA

A Metodologia deste trabalho consistiu nos seguintes passos:

1. Levantamento de dados e indicadores de relevância para o SGA: Com vistas à gama de dados e indicadores existentes, foram elencados aqueles que na leitura bibliográfica e recomendação de Órgãos Públicos nacionais se identificaram como, prioritários para orientação dos profissionais e das companhias.

2. Modelagem conceitual dos dados: Neste segundo passo, foram elencados os campos e atributos referentes às estruturas no SGDB de código livre *PostgreSQL*. Foi realizada a formatação e elaboração de regras para inserção de dados do SGA e do SIG como a definição da quantidade de caracteres alfanuméricos por coluna e tipo de variável (*string*, *integer*, *float*, *date* ou *boolean*), códigos de integração entre os sistemas, previsões futuras de interações e edições, etc.

3. Elaboração das informações geográficas: Os objetos espaciais nos SIGs podem ser vetorizados por meio de pontos, linhas ou polígonos. Para cada estrutura, foram definidas as melhores formas de representação para a plataforma integrada, acompanhadas de justificativas como a escala de visualização do usuário e dimensões. Além dessas, também haverá unidades territoriais como distritos censitários e municípios, visto que o SNIS e dados do IBGE podem ser de alta relevância quanto ao desempenho ambiental das estruturas de saneamento nas respectivas áreas de atuação.

4. Integração: Foram identificadas várias maneiras de se integrar os sistemas. Em uma delas, a integração do SGA e do SIG foi feita por meio de expressões de tabelas no SGDB *PostgreSQL* usando-se as ferramentas chamadas de JOIN, dentre as quais existem 5 (*cross join*, *inner join*, *left outer join*, *right outer join*, *full outer join*). Por meio dela, toda atualização que poderá ocorrer no SGA será automaticamente repassada para o SIG e, a depender dos valores dos indicadores, as simbologias serão modificadas conforme as legendas para eles na futura plataforma de interface do usuário.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentrando-se na temática do Licenciamento Ambiental, foi feito um levantamento na Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB uma amostra de 10 Licenças Ambientais para cada tipo de estrutura de saneamento básico (somente abastecimento e esgotamento sanitário) passível de licenciamento, buscando-se atender às solicitações técnicas na etapa de Licença de Operação (LO). Apesar dessa ser considerada a etapa mais simples do licenciamento, uma vez que as obras já foram finalizadas, essa etapa tem um caráter permanente visto que os empreendimentos deverão se manter ativos por décadas. Além disso, pelo fato dessa etapa requerer menos informações, o sistema torna-se mais compacto e fácil de ser visualizado e gerido.

Para que seja feito o cruzamento o SIG com o SGA, é necessário que haja um campo de atributos em comum e viabilizar o cruzamento de tabelas (*join table*). O campo escolhido se refere a um código atribuído para cada estrutura, de modo a não haver ambiguidades, porém que fosse simples e lógico de ser compreendido. O código foi criado pelo próprio grupo de trabalho, o qual foi concebido com 8 dígitos, da seguinte maneira:

2 dígitos: Referente ao tipo de estrutura, sendo “A = Abastecimento” e “E = Esgotamento”, mais uma letra referente à estrutura (E = elevatória, B = barragem, T = Tratamento).

2 dígitos: O número da Unidade de Gerenciamento dos Recursos Hídricos (UGRHI) do Estado de São Paulo na qual se encontra a estrutura (1 a 22).

4 dígitos: número da estrutura, de 0 a 9999.

Considerando-se as informações coletadas nos Pareceres Técnicos e LOs da CETESB referentes a empreendimentos do tipo, decidiu-se criar os campos constantes nas Tabelas 1 e 2, baseado em relevância e facilidade de obtenção. Para categorizar, eles foram divididos em dois tipos de atributos: os *burocráticos*, referentes à documentação, e os *ambientais*, referentes à rotina operacional das estruturas.

Tabela 1: Informações Burocráticas de Interesse Ambiental

Burocráticos							
Atributo	ETA	ETE	EEE	Barragem	código do campo	Tipo	Qtde Caracteres
Município	X	X	X	X	município	string	30
Código da estrutura	X	X	X	X	cod_struct	string	8
Matrícula(s)	X	X	X	X	matricula	string	100
Processo Órgão Ambiental	X	X	X	X	proc_ambie	string	12
Parecer Órgão Ambiental	X	X	X	X	PT_ambient	string	10
TCRA da Obra	X	X	X	X	TCRA_obra	string	30
Licença de Operação (LO)	X	X	X	X	lic_operac	string	10
Prazo de vigência da LO	X	X	X	X	vig_lo	date	dd/mm/aaaa
Outorga de uso dos Recursos Hídricos	X	X		X	outorg_uso	date	dd/mm/aaaa
Prazo da Outorga de Uso	X	X		X	vig_outorg	date	dd/mm/aaaa

Tabela 2: Informações Ambientais sobre Estruturas de Saneamento

Ambientais								
Atributo	ETA	ETE	EEE	Barragem	código	Tipo	Qtde Caracteres	Unidade de medida
Capacidade máxima de vazão	X	X	X	X	vazao_max	float	4,2	l/s
Ruído externo	X	X	X		ruido_ext	float	3,2	dB
Última reclamação da população do entorno	X	X	X	X	rec_entorn	date	dd/mm/aaaa	-
Último ato de vandalismo	X	X	X	X	rec_vandal	date	dd/mm/aaaa	-
Volume / semana de insumos	X	X			volu_insum	integer	3	m³
Volume / semana de lodo e resíduos	X	X			volu_resid	integer	3	m³
Última visita do órgão fiscalizador	X	X	X	X	vist_ambi	date	dd/mm/aaaa	-
Área de Preservação Permanente				X	area_APP	float	4,2	hectare
% da APP com cobertura florestal nativa				X	APP_nativ	float	3	%
Áreas especiais (UCs, APA, Reserva Indígena, Quilombola, etc.)	X	X	X	X	area_espec	string	50	nome da(s) área(s)
Área contaminada confirmada	X	X	X	X	area_conta	boolean	1	sim/não

O cenário escolhido para o projeto foi a UGRHI – 06 Alto Tietê, cujo território é semelhante ao da Região Metropolitana de São Paulo. As estruturas usadas para a plataforma foram mapeadas sobre imagens de satélite do Google Earth, sendo que o processo foi feito somente para algumas delas devido à dificuldade em se obter os dados originais e à facilidade de conhecimento de algumas delas sobre imagens aéreas. No caso das estações elevatórias de esgoto – EEEs, estas foram adquiridas conforme documentação da CETESB, constante no processo do Plano Diretor de Esgoto (394/1989). Todas as estruturas identificadas são operadas pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

As camadas de informações geográficas foram salvas por meio da criação de um arquivo em formato Keyhole Markup Language (.kml) no GoogleEarth, o qual posteriormente foi carregado no software livre QGIS e convertidos para o formato ESRI Shapefile (.shp), para a projeção SIRGAS 2000 UTM 23 S. Em seguida, esses arquivos foram disponibilizados no SGDB PostGreSQL, no qual é possível representar informações geográficas por meio da extensão PostGIS, que possibilita a representação de informações geográficas vetoriais por meio da coluna *geometry*. Para as estruturas, definiu-se a seguinte geometria para cada tipo: ETA, ETE e EEE como pontos, e as represas como polígonos.

As 4 camadas de informação geográfica constante no PostGreSQL foram repassadas para o software QGIS novamente para reconhecimento da conexão e, por meio de um mesmo roteador de wifi, foi possível usar o mesmo banco de dados para carregar as camadas em 2 computadores diferentes. Na figura 1, verifica-se o carregamento das camadas por meio do banco de dados nomeado “saneamento” e ferramenta de consulta de feições sendo aplicada para a camada “ETA”.

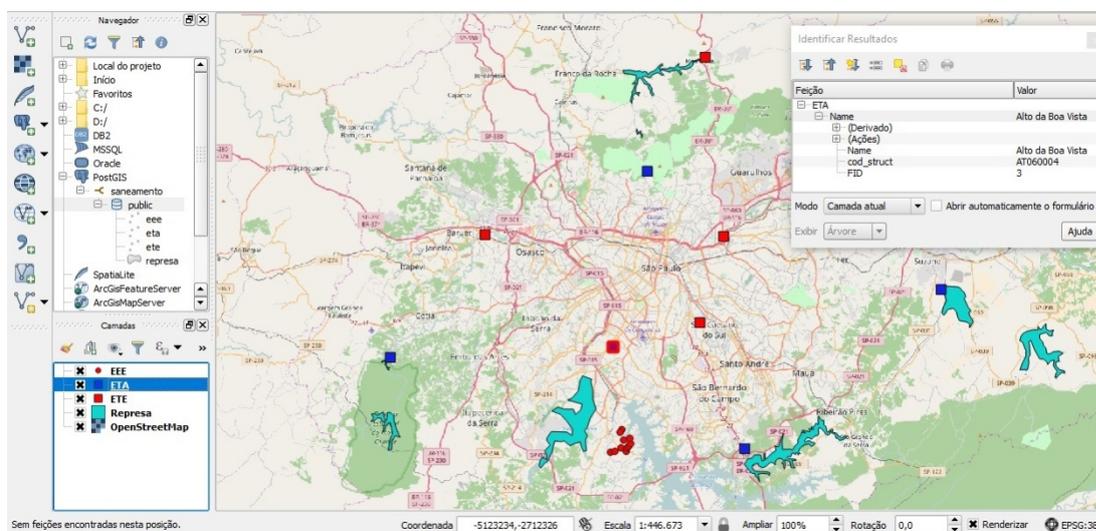


Figura 1: Exemplo de disposição das informações geográficas em tela, para consulta

Os dados referentes ao SGA foram diretamente inseridos no PostGreSQL. Os dados burocráticos e ambientais referentes a cada estrutura foram esboçados não possuem nenhuma relação com os dados originais, visto que o objetivo deste trabalho é de somente ilustrar uma modelagem conceitual georreferenciada fiel à maioria dos formatos requeridos para cada tipo de dado.

Em uma das opções, tendo em vista que a camada SIG possui somente 3 campos (ID, name, cod_struct), as demais camadas do SGA podem ser integradas por meio do comando INNER JOIN, unindo-se as camadas cod_struct dos sistemas por meio de uma operação de consulta (QUERY). No entanto, o comando cria somente uma VIEW, uma visualização de ambas as tabelas (SIG e SGA) integradas, sem que elas ainda estejam realmente integradas. Nesse sentido, para que a integração seja real, foi necessário utilizar o comando CREATE TABLE AS, pelo qual se cria uma nova tabela oriunda de uma QUERY, denominada “SIGintegracaoSGA”, inicialmente para a camada “represas” (figura 2).

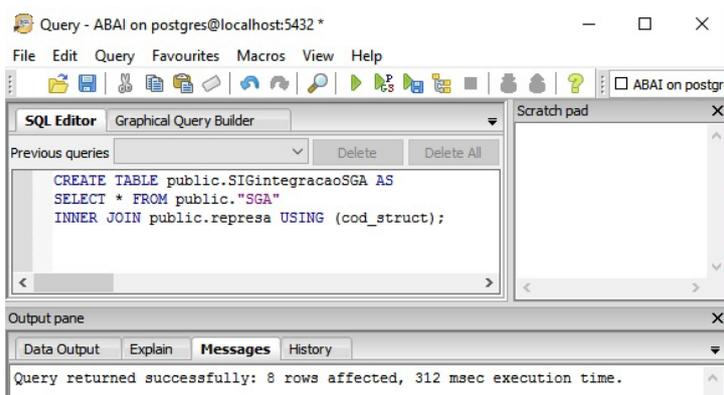


Figura 2: Aplicação do algoritmo CREATE TABLE AS e INNER JOIN para carregar na tabela espacial os dados tabulares do SGA

O passo seguinte consistiu em visualizar as informações agregadas e a nova tabela SIGintegracaoSGA no software QGIS para confirmar sua validação. Conforme a figura 3, o resultado se mostrou positivo e tornou-se possível visualizar os dados do SGA a respeito da feição de uma represa por meio do carregamento da nova tabela, devido a essa também conter a coluna *geom*.

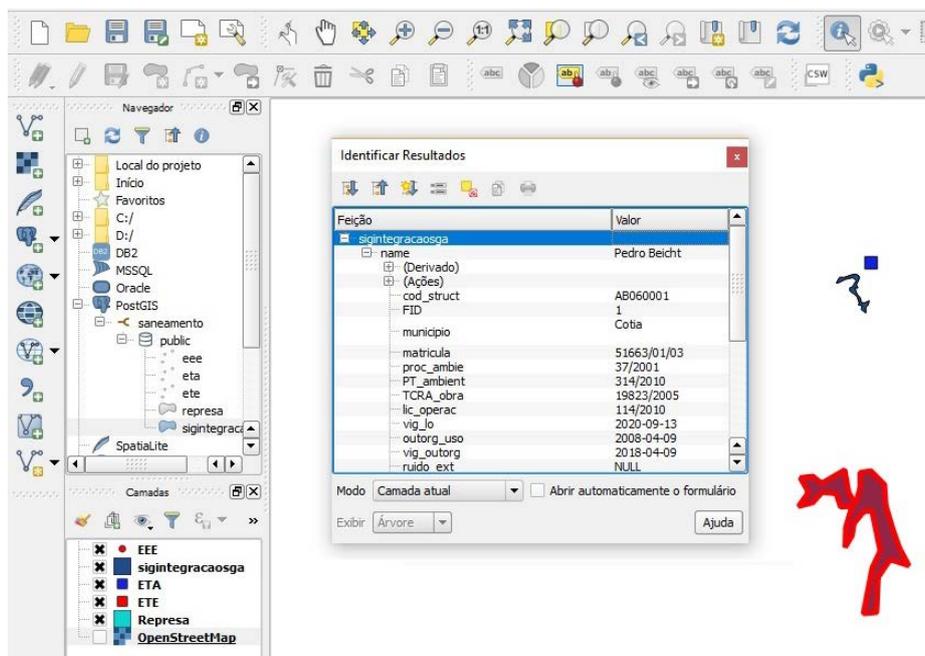


Figura 3: Visualização das informações do SGA sobre o software QGIS

A integração dos dois bancos de dados e tabelas, sendo um tabular-espacial (SIG) e outro somente tabular, demonstrou-se viável por meio das operações de cruzamento realizadas no PostgreSQL, sem a necessidade de recursos complexos ou custosos para a sua realização.

Para continuidade deste trabalho, deverá ser elaborado um Geoportais para que essas informações gráficas sejam visualizáveis de maneira simples pelos usuários, por meio da criação de um link e um browser (ex: Google Chrome, Mozilla, Internet Explorer, etc.). Existem várias formas delas serem criadas sem necessidade de serem custeadas, como o I3Geo e o OpenLayers, dentre outras, as quais serão estudadas e escolhidas conforme maleabilidade e diálogo com o PostgreSQL.

Ainda, por se tratar de um protótipo, seria necessário em ocasião de sua implantação numa companhia de saneamento, observar, no mínimo, os seguintes quesitos:

- A modelagem conceitual deve ser compatível à maioria dos bancos de dados disponíveis da companhia, para os quais houvesse o interesse de se cruzar informações com os objetos geográficos;
- A edição de dados deveria ser controlada para cada usuário, de modo que os funcionários entre si pudessem se contatar em ocasiões de dúvidas e erros;
- Na ocasião da edição de atributos, caberia a criação de uma plataforma de interface simplificada, visto que a plataforma PostGreSQL poderia ser julgada como complexa demais para a maioria dos funcionários;
- Deverá ser planejada uma rotina de atualização dos dados, de modo que os mais recentes sejam imediatamente inseridos e o histórico do processo armazenado num servidor.

CONCLUSÃO

Apesar da simplicidade do protótipo de cruzamento de banco de dados e tabelas, o “custo zero” confirma a viabilidade de sua aplicação em companhias de saneamento, inclusive as de pequeno porte ou com acesso restrito a verbas e investimentos. Os custos que envolvem infraestrutura de TI e de redes compensaria o custo zero da aquisição de softwares caso esta não desse conta de armazenar os novos dados.

A organização das informações ambientais neste formato se apresentou mais interativa que a linguagem tabular devido à riqueza gráfica que os mapas digitais propiciam conforme as observações feitas sobre o software QGIS. A continuidade deste trabalho prevê a criação de um Geoportal, ainda em estudo.

A exposição das informações ambientais no formato territorial facilitará a conversa da companhia de saneamento com o órgão ambiental, o órgão de recursos hídricos (concedente de outorgas) e outras instituições, assim como contribuir em ações direcionadas a municípios, bacias hidrográficas ou outras unidades territoriais de interesse. Além disso, também contribui na divisão de tarefas entre departamentos na companhia e funcionários, bem como possibilita o acompanhamento em tempo real de alterações, prazos de vencimento de documentos e modelagens de ruído, gestão de resíduos e correlação entre operação das estruturas e reclamações de entorno, dentre outras possibilidades de aplicação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H.; HIRNER, W.; BAPTISTA, J. M.; PARENA, R. Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água. 1. Ed. Série Guias Técnicos. Lisboa: IRAR/LNEC, 2004.
2. BRITANNICA ACADEMIC. Verbete “Information Science”. Disponível em <http://academic-ebritannica.ez67.periodicos.capes.gov.br/levels/collegiate/article/126502>. Acesso em 08/12/2016.
3. CANSANÇÃO, W. O.; SILVA, G. C. S.; LOPES, S. L. L. ; DE MEDEIROS, D. D. Proposta de um modelo integrado de gestão dos sistemas ISO 9000 e ISO 14000. In: XXIII ENEGEP, Ouro Preto. 2003.
4. COMPANHIA DE ÁGUA E ESGOTO DO CEARÁ – CAGECE. Revista Cagece. Ano I vol. 2. Fortaleza. 2016.
5. ISO, ABNT-NBR. "14001: Sistemas de Gestão Ambiental-Especificação e Diretrizes para Uso." ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, RJ. 1996.
6. LONGLEY, P.A. et al. Sistemas e Ciências das Informação Geográfica. Editora Bookman. Porto Alegre. 2013.
7. MARTINELLI, M. Cartografia Temática: caderno de mapas. EDUSP São Paulo. 2003.
8. MITCHELL, G. Problems and Fundamentals of sustainable development indicators. Disponível em: <<http://www.lec.leeds.ac.uk/people/gordon.html>>. Acesso em: 06/12/2016.
9. SHAMSI, U. M. *GIS applications for Water, Wastewater and Stormwater Systems*. Editora CRC Press Book. 2005. Estados Unidos.
10. VON SPERLING, T. L. Estudo da utilização de indicadores de desempenho para avaliação da qualidade dos serviços de esgotamento sanitário. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Universidade Federal de Minas Gerais/UFMG. Belo Horizonte, 2010, 134 f.
11. ZIMERMANN, D. M. H. O uso de indicadores de desempenho para planejamento e regulação dos serviços de abastecimento de água: SAA Capinzal/Ouro. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina/UFSC. Florianópolis, 2010, 188 p.